

В условиях эксперимента объем кусков слоя ТБО может быть установлен опытным путем непосредственно без какого-либо предположения о форме куска, что является наиболее верным с точки зрения точности получаемых результатов. Однако при этом возникнут трудности при практическом использовании полученных результатов, поэтому при обработке результатов необходимо делать допущение о форме куска.

В результате проведенных экспериментальных исследований, обработанных с использованием теории подобия, получено критериальное уравнение вида:

$$Nu = 1,24 \left(\frac{d}{H} \right)^{0,3} Re^{0,33} E^{-0,084}, \quad (2)$$

где E – симплекс, определяемый видом материала и учитывающий изменение влажности материала.

$$E = \frac{1-W}{W}, \quad (3)$$

где W – относительная влажность материала, %.

Выводы

1. На основе физического моделирования процессов нагрева и сушки слоя твердых бытовых отходов в термическом реакторе получено критериальное уравнение для расчета конвективного теплообмена.

2. Уравнение позволяет вычислить коэффициент теплоотдачи сложного многокомпонентного полидисперсного пористого слоя с учетом изменения влажности материала, что позволит в дальнейшем оптимизировать затраты энергии на процесс сушки.

УДК 621.22

Гаманов К. О., Попов А. И.
Уральский федеральный университет,
kostyaqz@mail.ru

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОТАРАННОЙ УСТАНОВКИ

В настоящее время многим отдаленным поселениям и индивидуальным фермерским хозяйствам, которым выделили новые земли вдали от централизованных сетей электроснабжения, требуются индивидуальные энергоисточники. Территория страны изобилует множеством малых рек и ручьев, гидроэнергетический потенциал которых не используется. Только на территории Свердловской области таких потоков более 18000.

В данной статье предлагается вариант повышения гидравлической эффективности малого потока за счет одновременного использования микроГЭС и гидротаранной установки.

Известно, что потребление электроэнергии в ночное время, как правило, в два и более раз меньше, чем днем. Предположим, что мощности микроГЭС недостаточно для полноценной работы фермерского хозяйства в дневное время: дополнительные киловатты на электрокухню, насосы, пилорамы и т.п. В таком случае целесообразно, используя гидротаранную установку, работающую в ночное время, накопить резерв воды в каком-либо верхнем резервуаре или в верхнем бьефе при наличии небольшой плотины и использовать его в дневное время.

Принцип работы гидроаккумулирующей электростанции заключается не только в общепринятом использовании энергии воды, но и в преобразовании электрической энергии, получаемой от других источников энергий (энергоузла), в потенциальную энергию воды. При обратном преобразовании накопленная энергия отдается в энергосистему главным образом для покрытия пиков нагрузки. В первом случае гидроаккумулирующая электростанция, потребляя избыточную энергию от электростанций в часы наименьших нагрузок в системе (обычно 7–12 ч/сут), перекачивает воду из нижнего питающего водохранилища в верхний аккумулирующий бассейн (зарядка станции). Во втором случае гидроаккумулирующая электростанция работает в часы максимального потребления энергии в системе (2–6 ч/сут). Расходуя воду из верхнего бассейна, она вырабатывает электроэнергию в систему (разрядка станции). Таким образом, одновременно происходит не только регулирование суточного графика нагрузок, но и закуп электроэнергии по низкой цене в ночное время на насосные нужды и выработка электроэнергии в часы её максимальной стоимости.

Первая гидроаккумулирующая электростанция, в нынешнем значении этого слова, появилась в США, штат Коннектикут в 1930 году. В России же первая ГАЭС мощностью 16 МВт появилась на Кубани в 1968 году. ГАЭС серьезных масштабов в России появилась к началу нового тысячелетия на р. Кунья, мощность составила 1200 МВт (Загорская ГАЭС). Загорская ГАЭС, потребляя избыточную электроэнергию в ночные часы и вырабатывая её в пиковое время, существенно облегчает работу энергосистемы и повышает её эффективность, даже при неизбежных потерях электроэнергии при гидроаккумулировании (КПД гидроаккумулирования Загорской ГАЭС составляет 73 %). При вырабатываемой мощности в 1200 МВ потребляемая мощность в насосном режиме составляет 1320 МВт. То есть, было бы достаточно неплохо хотя бы уменьшить потребляемую мощность, или, что значительно лучше, свести её к нулю.

Для МГЭС эта проблема решаема за счет гидротаранной установки (гидротаранного насоса) – механического устройства для подъема воды на значительную (до нескольких десятков метров) высоту.

Гидроаккумулирующие МГЭС с гидротаранной установкой могут быть сконструированы в местах, изолированных от централизованного электроснабжения.

Гидроударный насос предназначен для подачи воды из проточных источников, имеющих уклон, небольшие плотинки, запруды, пороги, перепады. Это

могут быть река, ручей, озеро или искусственный водоем, имеющий сток. Работает насос за счет энергии, которой обладает текущая вода.

Давление в основной трубе во время гидроудара значительно превышает атмосферное. Поэтому насос, использующий явление гидравлического удара, поднимает воду на значительно большую высоту, чем перепад высот в основной трубе. Гидротаран привлекателен своей простотой. Он не нуждается в подводе электроэнергии. В нем нет вращающихся частей. Труба с двумя клапанами, запитанная от ручья или положенная на дно реки: что может быть проще?

Технические характеристики источника. Для обеспечения нормальной работы насоса источник должен иметь уклон по руслу не менее 0,006 (6 см на 10 м длины русла) или подпор не менее 0,24 м. Дебет источника должен быть не менее 30 м³/ч. Практически это может быть даже ручей со спокойным течением шириной 0,5 м и глубиной 0,15 м.

Технические характеристики насоса. При минимальных параметрах источника и разгонной трубе диаметром 114 мм и длиной 20 м насос обеспечивает производительность $V = 3,5$ м³/ч и напор $H = 14$ м. При уклоне 0,035 или подпоре 0,7 м – $V = 5,4$ м³/ч и напор $H = 35$ м. Более высоких параметров можно добиться, увеличив высоту подпора или длину разгонного трубопровода. Диаметр разгонной трубы увеличивать не рекомендуется. Параметры насоса в пределах 70 % можно изменять с помощью регулировочного винта, установленного на разгонном клапане.

Следует учитывать, что параметры насоса в некоторой степени зависят от содержания в воде растворенных газов и взвеси органики.

Устройство и принцип действия гидроударного насоса. Насос состоит из следующих основных элементов: разгонной трубы, корпуса, разгонного клапана, рабочего клапана, аккумулятора. Вода из ручья попадает в разгонную трубу и при определенной скорости закрывает разгонный клапан. Под давлением воды открывается рабочий клапан и вода поступает в аккумулятор. При полной остановке воды в разгонной трубе рабочий клапан закрывается, а разгонный открывается. Цикл повторяется. Вода из аккумулятора под давлением сжатого в нем воздуха подается в водоразборную магистраль. Пульсации давления, возникающие из-за цикличности работы насоса, практически полностью исчезают в разборном трубопроводе.

Достоинства гидротарана. Гидравлические тараны обладают несколькими важными достоинствами, которые, в своё время, и обеспечили их довольно широкое распространение.

Прежде всего для их работы не нужно ни каких-либо двигателей, ни мускульных усилий. Будучи один раз установленным и запущенным, гидротаран может работать до пересыхания питающего потока (осушения питающего резервуара) или до механического износа деталей, которые в нём можно пересчитать по пальцам.

Во-вторых, для работы достаточно минимального перепада уровней, начиная с десятка-другого сантиметров, и относительно небольшого расхода воды (обычно от долей литра до нескольких литров в секунду).

В-третьих, несложные накопительные устройства в питающем резервуаре позволяют гидравлическому тарану работать и с ещё меньшим расходом воды, дожидаясь пока она накопится в необходимом количестве и только тогда совершая рабочий цикл. Благодаря этому гидротараны могут максимально эффективно использовать энергию потока как при большом расходе воды (в паводок), так и при очень малом (в межень). И водяные колеса, и турбины предназначены для работы с непрерывным потоком и в таких условиях не смогут работать в принципе – энергии накопленной порции воды, достаточной для гидравлического тарана, им может не хватить даже для того, чтобы сдвинуться с места, а их микроварианты, рассчитанные на минимальный расход воды, будут выдавать такую же мизерную мощность и тогда, когда питающий поток вновь станет полноводным.

В-четвертых, простота конструкции и минимум деталей обеспечивают выдающуюся надёжность и долговечность устройства – непрерывная работа без ремонта в течение 10 лет считалась вполне обычным делом.

Наконец, классический гидравлический таран можно собрать буквально «на коленке», практически в любой сельской мастерской, где чинят трактора и плуги. При этом он прощает многие ошибки в расчётах и изготовлении – за них придётся заплатить меньшей эффективностью и долговечностью, но не полной потерей работоспособности, – насос все же будет действовать. Единственное безусловное требование – это высокая прочность всех деталей.

Гидротаранную установку можно использовать не только для обеспечения нужд в часы нехватки электроэнергии, но и для обеспечения работы турбины, при недостаточной скорости речного потока. При поднятии воды на 1 м мы получаем скорость потока, равную 4,46 м/с, что достаточно для работы большинства микротурбин.

Список литературы

1. Пат. 2412302 Российская Федерация. Оpubл. 20.02.2011. Способ строительства малых гидроэлектростанций.
2. Пат. 2431758302 Российская Федерация. Оpubл. 20.02.2011. Способ получения электроэнергии и устройство для его реализации.
3. Штеренлихт Д. В. Гидравлика. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 840 с.

УДК 697.24

Гильмутдинов Р. Ф., Зиганшин М. Г.
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
ladidikzn@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ГАЗОВОГО ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ

Экономичное использование энергетических ресурсов страны – важнейшая государственная и народнохозяйственная задача. В связи с этим представ-